

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ferhat Abbas- Sétif 1

Institut : Optique et Mécanique de Précision

Département : d'optique et mécanique de précision

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Optique et Mécanique de Précision

Spécialité : mécanique des matériaux

Mémoire de Master

Caractérisation et identification du comportement mécanique des revêtements de molybdène élaboré par arc-fil

Etudié par : HAMMADOUCHE Ghessane

Dirigé Par : Dr. FIZI Yazid

Dr. BOUSSOUAR Layachi

Devant le jury :

Dr. KERAGHEL Fatiha	(Président)
Dr. BELLA Mohamed	(Examineur)
Dr. BOUSSOUAR Layachi	(Examineur)
Dr. FIZI Yazid	(Examineur)

Soutenue le : 03/07/2023

Résumé

Trois critères sont nécessaires pour déterminer le comportement réel d'un matériau : le choix d'un essai mécanique adapté, le choix d'une loi de comportement qui pourrait définir la relation contrainte-déformation et la stratégie d'optimisation. Dans cette étude, l'objectif principal consiste à optimiser par l'analyse inverse le comportement mécanique des revêtements de molybdène élaborés par arc-fil de type ARCSpray. La méthodologie proposée pour identifier la loi de comportement est basée sur la combinaison entre les essais expérimentaux, élément finis et l'optimisation multi-objectif. Les essais proposés pour l'évaluation des propriétés mécaniques est l'essai d'indentation instrumenté.

Mots clés : Revêtement molybdène, arc-fil, comportement mécanique

Abstract

Three criteria are necessary to determine the real behavior of a material: the choice of an appropriate mechanical test, the choice of a behavior law which could define the stress-strain relationship and the optimization strategy. In this study, the main objective is to optimize by inverse analysis the mechanical behavior of molybdenum coatings produced by arc-wire of the ARCSpray type. The methodology proposed to identify the behavior law is based on the combination between the experimental tests, finite element and multi-objective optimization. The tests proposed for the evaluation of the mechanical properties are the instrumented indentation test.

Keyword : Molybdenum coating, arc wire, mechanical behavior

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 1 : .Etude bibliographie sur la projection thermique

1.1	Introduction.....	1
1.2	La projection thermique	2
1.2.1	Le principe de la projection thermique	2
1.3	Matériaux d'apport	3
1.4	Les avantages de la projection thermique :.....	3
1.5	Les procédés de projection thermique :.....	3
1.5.1	La projection flamme :.....	5
1.5.2	La projection HVOF :.....	6
1.5.3	La projection arc-fil	6
1.5.4	La projection plasma.....	7
1.5.5	Description de la torche plasma	8
1.5.6	Projection flamme hypersonique à tir discontinu (Canon à détonation) :	9
1.5.7	Projection à froid (Cold SPRAY)	9
1.6	Domaine d'applications :	10
1.7	Conclusion	11

Chapitre2 : notion sur la méthode des éléments finis et présentation de logiciel ABAQUS

2.1	Introduction.....	12
2.2	Familles d'éléments.....	13
2.3	Méthode des éléments finie.....	14
2.4	Maillage.....	15
2.5	X-FEM (eXtended finite Element modelling)	16
2.6	Critères de limite élastique.....	16
2.6.1	Critère de Tresca	16
2.6.2	Critère de Von Mises	17
2.7	Présentation du logiciel ABAQUS®	17
2.8	Bases de l'interface d'ABAQUS®	18
2.9	Présentation du logiciel ABAQUS®/ CAE	19
2.10	Conclusion	20

Chapitre 3 : Identification par analyse inverse du comportement mécanique de molybdène

3.1	Introduction.....	21
3.2	Matériau utilisé	21
3.3	Préparation des échantillons :	22
3.4	Microscope optique :	23
3.5	Comportement mécanique à l'indentation :	24
3.5.1	La dureté conventionnelle :	24
3.5.2	Caractérisation en indentation instrumenté	25
3.6	Essais de micro-indentation	26
3.7	Détermination de profil d'empreinte avec rugosimètre	27
3.8	Identification du comportement mécanique par l'indentation instrumentée	28
3.9	Identification par analyse inverse	28
3.10	Identification des paramètres de la loi de Ludwik.....	30
3.11	Simulation l'essai d'adhérence	33

Conclusion générale

Introduction générale

Ces dernières années, l'utilisation optimale des matériaux est devenue un enjeu majeur pour l'industrie. Parmi les technologies actuelles, les procédés de projection thermique sont largement utilisés depuis de nombreuses années dans tous les secteurs de l'industrie de l'ingénierie pour la protection et la récupération des composants. Les développements de nouveaux matériaux et de processus ont permis d'améliorer la qualité et d'élargir la gamme d'applications potentielles pour les revêtements par projection thermique. Aujourd'hui, les objectifs techniques et économiques des industriels de tous les secteurs vont dans le sens de la réduction des coûts et de l'amélioration des performances. Parmi ces procédés la projection thermique par l'arc fil qui est classé comme l'une des techniques de revêtement de surface économique qui est largement utilisée dans l'industrie pour diverses applications. Le principe de cette technique consiste en l'éclatement d'un arc électrique entre deux fils ductiles consommables, ce qui permet d'atomiser le matériau fondu par un jet de gaz comprimé qui le projette sur le substrat. Dans ce travail, nous nous intéressons à la caractérisation et à l'identification du comportement mécanique des revêtements métalliques de molybdène (Mo) déposés sur un substrat en aluminium (Al).

L'objectif de cette étude consiste à analyser par la méthode des éléments finis le comportement à l'indentation et la prise en main avancée des codes de calcul ABAQUS. Ainsi que l'identification par analyse inverse du comportement mécanique des revêtements métalliques.

Tous d'abord, dans le premier chapitre on a proposé une étude bibliographique sur la projection thermique par arc-fil ensuite on présente les avantages et les domaines d'utilisations dans le secteur industriel.

Ensuite, Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des méthodes d'éléments finis ainsi qu'à un tutoriel sur l'utilisation du logiciel de simulation numérique ABAQUS.

Puis, le chapitre trois a pour un objectif d'analyser le comportement de revêtement molybdène en d'indentation, en utilisant des méthodes numériques. En présenterons tout d'abord les résultats des essais de micro-indentation réalisés. Et nous exposerons les résultats obtenus à partir des essais d'indentation couplée avec un calcul élément fini et un algorithme d'optimisation, afin d'identifier différents paramètres de la loi du comportement mécanique.

En fin, on termine par une conclusion générale.